

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-042049

(43)Date of publication of application : 12.02.2004

(51)Int.Cl.

B23K 20/12  
 B21D 26/02  
 B23K 20/24  
 // B23K101:06  
 B23K103:10

(21)Application number : 2002-199225

(71)Applicant : SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD

(22)Date of filing : 08.07.2002

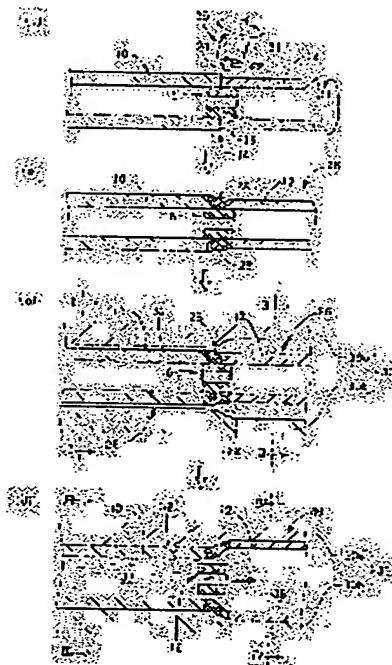
(72)Inventor : KUMAGAI MASAKI  
 TANAKA SUNAO

## (54) MANUFACTURING METHOD OF FLUID-PRESSURE FORMING TUBE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method by which a molding tube without cracks or breakage by molding a joined pipe comprising a plurality of metal pipes by fluid-pressure molding can be advantageously manufactured with excellent productivity.

**SOLUTION:** A plurality of the metal pipes 10, 12 are coaxially abutted. The joined pipe 26 is obtained by executing friction stir welding to the abutting part 14 by relatively moving a rotary tool 20 circumferentially, in which a pin 22 is concentrically provided to the tip, after inserting the rotary tool to the abutting part 14 while rotating it. The molding tube 40 in a desired shape can be manufactured by expanding the joined pipe 26 obtained in such a manner with pressure of a non-compressive fluid body 38 filled inside the joined pipe.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-42049

(P2004-42049A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

B23K 20/12  
B21D 26/02  
B23K 20/24  
// B23K 101:06  
B23K 103:10

F1

B23K 20/12 368  
B21D 26/02 C  
B23K 20/24  
B23K 101:06  
B23K 103:10

テーマコード (参考)

4E067

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-199225 (P2002-199225)  
(22) 出願日 平成14年7月8日(2002.7.8)

(71) 出願人 000002277  
住友軽金属工業株式会社  
東京都港区新橋5丁目11番3号  
(74) 代理人 100078190  
弁理士 中島 三千雄  
(74) 代理人 100115174  
弁理士 中島 正博  
(72) 発明者 熊谷 正樹  
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽  
金属工業株式会社内  
(72) 発明者 田中 直  
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽  
金属工業株式会社内  
Fターム(参考) 4E067 AA05 DA10 EC06

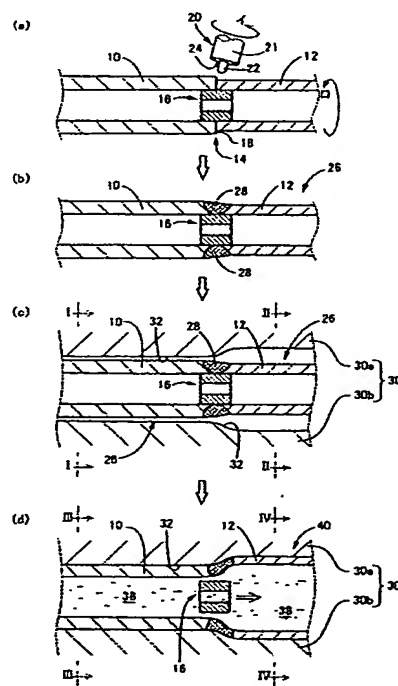
(54) 【発明の名称】 流体圧成形管の製造方法

(57) 【要約】

【課題】複数の金属パイプからなるパイプ接合体を、流体圧成形にて成形して、割れや破断のない成形管を、優れた生産性をもって、有利に製造することが出来る方法を提供すること。

【解決手段】複数の金属パイプ10、12を同軸的に突き合わせ、その突合せ部14に対して、先端にピン22が同心的に設けられた回転工具20を、回転させつつ差し込み、周方向に相対移動させることにより、突合せ部14を摩擦撹拌接合せしめて、パイプ接合体26を得ると共に、そのようにして得られたパイプ接合体26を、その内部に充填された非圧縮性流体38の圧力によって膨らませて、目的とする形状の成形管40を製造するようにした。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

複数の金属パイプを同軸的に突き合わせ、その突合せ部に対して、回転工具の先端に同心的に設けたピンを、該回転工具と共に一体的に回転させつつ差し込み、周方向に相対移動させることにより、かかる突合せ部を摩擦撹拌接合せしめて、パイプ接合体を得る接合工程と、

該パイプ接合体の内部に非圧縮性流体を充填する一方、該非圧縮性流体に付与された乃至は発生せしめられる圧力によって、該パイプ接合体を所定形状に膨らませて、目的とする形状の成形管を得る成形工程とを、

組み合わせてなることを特徴とする流体圧成形管の製造方法。

## 【請求項2】

前記突き合わされる金属パイプが互いに肉厚の異なるものであり、且つ前記成形工程において、異形の成形管として成形される請求項1に記載の流体圧成形管の製造方法。

## 【請求項3】

前記突き合わされる金属パイプが互いに材質の異なるものであり、且つ前記成形工程において、異形の成形管として成形される請求項1又は請求項2に記載の流体圧成形管の製造方法。

## 【請求項4】

前記接合工程において、前記突合せ部に位置する金属パイプの内周面に対応する外周面を有する硬質の裏当て治具を用い、かかる裏当て治具にて該突合せ部を支持せしめた状態で、該突合せ部を摩擦撹拌接合せしめて、前記パイプ接合体を得る一方、前記成形工程の後に、該裏当て治具を前記成形管の内部より取り出すことを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れかに記載の流体圧成形管の製造方法。

## 【請求項5】

前記突き合わされる金属パイプが、互いに異なるアルミニウム合金材質からなるものであり、そして前記接合工程において、かかるアルミニウム合金製パイプの材質の異なるものが直列に接続されることを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れかに記載の流体圧成形管の製造方法。

## 【請求項6】

前記複数の金属パイプが熱処理型合金にて構成され、且つ前記成形工程の後に、時効処理が施されることを特徴とする請求項1乃至請求項5の何れかに記載の流体圧成形管の製造方法。

## 【請求項7】

前記突き合わされる金属パイプが、互いに同一の内径若しくは外径を有している請求項1乃至請求項6の何れかに記載の流体圧成形管の製造方法。

## 【請求項8】

前記突き合わされる金属パイプの一方が、他方の金属パイプよりも小なる内径と同一若しくは大なる外径とを有し、且つ肉厚が大とされていると共に、かかる厚肉の金属パイプの端部外周部に段付き部が形成され、該段付き部の小径部に、前記他方の金属パイプが外嵌せしめられて、それらの金属パイプが突き合わされている請求項1乃至請求項7の何れかに記載の流体圧成形管の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【技術分野】

本発明は、流体圧成形管の製造方法に係り、特に、複数の金属パイプを摩擦撹拌接合して得られるパイプ接合体を用い、その内部に充填された非圧縮性流体の圧力によって、かかるパイプ接合体を成形して、所望とする形状の成形管を製造する方法に関するものである。

## 【0002】

## 【背景技術】

近年、鋼管等の金属パイプの内部に水等の液体を充填し、かかる液体に圧力を負荷して、金属パイプを膨らませることによって、所望とする形状に成形するハイドロフォーム成形法（液体バルジ加工法）が、自動車部品等の成形において、注目を浴び、盛んに導入され、実用化されてきている。

【0003】

そして、そのようなハイドロフォーム成形法を採用することによって、従来より実施されている、所定の形状にプレス成形された鋼板同士を溶接して、閉断面形状（中空状）の製品を製造する方法と比較すると、溶接代としてのフランジ部分が不要であるところから、軽量化が実現され、また複雑な形状の製品が得られる等といった種々のメリットが得られるのである。

【0004】

ところで、かかるハイドロフォーム成形法を用いて、管軸方向において、外形差の大きな異形管状の製品を製造したり、剛性や強度が部分的に異なる製品を製造するに際しては、特開2001-321844号公報等に提案されているように、肉厚の異なる、或いは強度の異なる鋼管の複数を一体的に突合せ溶接して接続したパイプ、所謂、テーラードチューブが、用いられているのである。しかしながら、そのようなハイドロフォーム成形に用いられているテーラードチューブは、通常、その溶接手法として、突合せ部を溶融せしめて接合する、アーク溶接やガス溶接等の溶融接合手法を採用して、製造されている。このため、溶接部（接合部）に、ブローホールや高温割れ等の、溶融接合特有の接合不良が発生し易く、そしてそのような接合不良のあるテーラードチューブを用いてハイドロフォーム成形を行なうと、かかる溶接部を起点に割れや破断が惹起されてしまうことが、往々にしてあり、製品歩留りも低下してしまう等といった問題を内在しているのである。

【0005】

なお、上述せる如き溶融接合方法の他に、金属パイプ同士を接合する方法の一つとして、従来より、摩擦圧接法が知られている。この摩擦圧接法は、接合されるべき金属パイプを互いに突き合わせて、相対的に高速回転せしめ、それらの突合せ面に発生する摩擦熱で、それぞれの突合せ部を軟化、溶融させて、圧接せしめる方法であり、異種金属同士の接合が可能となる等といった利点を有するものの、接合されるべき金属パイプのうちの一方を高速で回転させるために、大がかりな装置が必要となると共に、金属パイプを固定するために、パイプの形状が限定されて、異なる径断面を有する金属パイプ同士を接合することは、困難であったのである。また、それぞれの突合せ部の溶融部分に対して、互いの突合せ方向に圧力を掛けて、かかる溶融部分をバリとして排出させるため、接合されるべき金属パイプのそれぞれの長さが、接合の前後で不定量に変化してしまい、それ故に、長さ精度が出し難く、所望の長さのパイプ接合体を安定して得ることが困難となる等といった欠点も有していた。

【0006】

【解決課題】

ここにおいて、本発明は、上述せる如き事情を背景にして為されたものであって、その解決課題とするところは、複数の金属パイプからなるパイプ接合体を、ハイドロフォーム成形手法に代表される、流体圧成形操作にて成形して、割れや破断のない成形管を、優れた生産性をもって、有利に製造することが出来る方法を提供することにある。

【0007】

【解決手段】

そして、本発明は、上述の如き課題を解決するために、複数の金属パイプを同軸的に突き合わせ、その突合せ部に対して、回転工具の先端に同心的に設けたピンを、該回転工具と共に一体的に回転させつつ差し込み、周方向に相対移動させることにより、かかる突合せ部を摩擦攪拌接合せしめて、パイプ接合体を得る接合工程と、該パイプ接合体の内部に非圧縮性流体を充填する一方、該非圧縮性流体に付与された乃至は発生せしめられる圧力によって、該パイプ接合体を所定形状に膨らませて、目的とする形状の成形管を得る成形工程とを、組み合わせてなることを特徴とする流体圧成形管の製造方法を、その要旨とする

ものである。

【0008】

すなわち、このような本発明に従う流体圧成形管の製造方法は、パイプ接合体を得るに際して、複数の金属パイプを、同軸的に突き合わせた突合せ部において摩擦攪拌接合せしめて、一体化しているために、例えば、MIG溶接やTIG溶接等の溶融接合手法によって突合せ部を接合するような場合とは異なり、パイプ接合体の接合部に、ブローホールや高温割れ等の溶融接合特有の接合不良部位が形成されるようなことが効果的に皆無ならしめられ得るようになっていのである。このため、そのような摩擦攪拌接合にて接合されたパイプ接合体の内部に非圧縮性流体を充填して、かかる非圧縮性流体によって、パイプ接合体に内圧を加えて流体圧成形を行なっても、接合部を起点として、割れや破断が惹起されるようなことが、極めて有利に防止されることとなる。従って、本発明によれば、歩留りが向上し、優れた生産効率をもって、成形管を製造し得ることとなるのである。

【0009】

加えて、本発明に採用される摩擦攪拌接合法は、接合される金属パイプよりも十分に小さな回転工具だけが高速回転せしめられるところから、金属パイプの大きさに拘わらず、装置全体の大きさを比較的小さく、コンパクトと為すことが出来ると共に、金属パイプの突合せ方向に、それほど大きな圧力が掛けられるものではないところから、接合時に生ずるバリにより、接合の前後で、金属パイプの長さが不定量に変化することが殆どなく、つまり、良好なる寸法精度をもってパイプ接合体を得ることが出来、これにより、摩擦圧接法を用いた場合に比して、目的とする成形管を、極めて有利に製造することが可能となっているのである。

【0010】

なお、このような本発明に従う流体圧成形管の製造方法の好ましい態様によれば、前記突き合わされる金属パイプが互いに肉厚の異なるものであり、且つ前記成形工程において、異形の成形管として成形される構成や、前記突き合わされる金属パイプが互いに材質の異なるものであり、且つ前記成形工程において、異形の成形管として成形される構成が、好適に採用される。これらの構成を採用すれば、管軸方向において外形が大きく異なる異形管や、管軸方向において剛性や強度を部分的に異ならせる必要がある成形管等であっても、極めて有利に製造することが可能となるのである。

【0011】

また、かかる本発明に従う流体圧成形管の製造方法の有利な別の態様の一つによれば、前記接合工程において、前記突合せ部に位置する金属パイプの内周面に対応する外周面を有する硬質の裏当て治具を用い、かかる裏当て治具にて該突合せ部を支持せしめた状態で、該突合せ部を摩擦攪拌接合せしめて、前記パイプ接合体を得る一方、前記成形工程の後に、該裏当て治具が前記成形管の内部より取り出される。このように、裏当て治具を用いて接合を行えば、接合時に、回転工具の押圧力乃至は押付け力によって、金属パイプの突合せ部、換言すればパイプ端部が変形せしめられるようなことが有利に阻止され得るのである。また、かかる裏当て治具を、拡張された成形管の内部から取り出すようにしているところから、接合後において、パイプ接合体に強固に嵌合した裏当て治具を取り出す場合に比して、その取出し作業が極めて容易に行なわれ得るようになっていのである。

【0012】

さらに、本発明に従う流体圧成形管の製造方法の他の好ましい態様の一つによれば、前記突き合わされる金属パイプが、互いに異なるアルミニウム合金材質からなるものであり、そして前記接合工程において、かかるアルミニウム合金製パイプの材質の異なるものが直列に接続されることが望ましい。このように、アルミニウム合金（A1合金）からなる流体圧成形管を製造すれば、製品の軽量化が極めて有利に図られ得るのである。また、A1合金は、鋼鉄等に比して軟質であるところから、比較的厚肉のパイプであっても、摩擦攪拌接合や成形が有利に行なわれ得るのである。

【0013】

また、本発明の好ましい態様の別の一つによれば、前記複数の金属パイプが熱処理型合金

にて構成され、且つ前記成形工程の後に、時効処理が施される構成が好適に採用される。このように、金属パイプとして、時効処理によって強度を高めることが可能な合金（熱処理型合金）を用いて、成形後に時効処理を行なうようにすれば、比較的柔軟な状態において成形が出来ると共に、成形後の時効処理によって、成形管の強度を効果的に高めることが可能となるのである。

#### 【0014】

さらに、本発明の別の好ましい態様の一つによれば、前記突き合わされる金属パイプは、互いに同一の内径若しくは外径を有している。同一内径の金属パイプを用いることにより、特に裏当て治具を用いた場合に、裏当て治具の外周形状を単純な円筒面とすることが出来る利点があり、また、外径を同一とした場合には、金属パイプの突合せ部の外周面を面一とすることが出来ることにより、摩擦撹拌接合操作が容易となる利点が生じる。

#### 【0015】

加えて、本発明における好ましい別の態様の一つによれば、前記突き合わされる金属パイプの一方は、他方の金属パイプよりも小なる内径と同一若しくは大なる外径とを有し、且つ肉厚が大とされていると共に、かかる厚肉の金属パイプの端部外周部に段付き部が形成され、該段付き部の小径部に、前記他方の金属パイプが外嵌せしめられて、それらの金属パイプが突き合わされていることが、望ましい。このような構成を採用することによって、回転工具の押圧力乃至は押付け力によって、金属パイプの端部が変形せしめられるようなことが有利に阻止され得るのであり、従って、突合せ部に位置する金属パイプの内孔内に、裏当て治具を設置する手数も必要とされ得なくなるのである。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

ところで、かくの如き本発明に従う流体圧成形管の製造方法は、所定の金属パイプを摩擦撹拌接合して、パイプ接合体を得る接合工程と、その得られたパイプ接合体を流体圧成形して、成形管を得る接合工程とを含んでなるものであるが、そのような本発明手法に従って接合される金属パイプの材質としては、摩擦撹拌接合せしめることが可能なものであれば、特に限定されるものではなく、金属パイプとして、例えば、アルミニウム若しくはアルミニウム合金からなるアルミニウム製パイプ（ＡＩパイプ）や、銅若しくは銅合金からなる銅製パイプ、マグネシウム若しくはマグネシウム合金からなるマグネシウム製パイプ等の、各種の材質の金属パイプが、適宜に選択されて、用いられることとなる。そして、その中でも、一般に、時効処理によって強度を高めることが可能な熱処理型合金が、強度確保の上で有利に用いられ得るのであり、ＡＩパイプでは、例えば、ＡＩ－Ｃｕ－Ｍｇ系（２０００系）、ＡＩ－Ｍｇ－Ｓｉ系（６０００系）、ＡＩ－Ｚｎ－Ｍｇ系（７０００系）の熱処理型ＡＩ合金からなるＡＩパイプ等を例示することが出来る。

#### 【0017】

そして、上述せる如き金属パイプの複数を用いて、先ず、摩擦撹拌接合にて、パイプ接合体を形成せしめ、次いでその得られたパイプ接合体を成形して、流体圧成形管を製造するに際しては、例えば、以下に示す如き手順に従って、その作業が進められることとなる。

#### 【0018】

すなわち、先ず、図１（ａ）に示されるように、複数の円筒状金属パイプとして、此处では、同一の熱処理型ＡＩ合金からなると共に、互いに同一の内径を有する厚肉ＡＩパイプ１０と薄肉ＡＩパイプ１２とを用い、それらＡＩパイプ１０、１２を、それぞれの端面同士において、同軸的に突き合わせる一方、その突合せ部１４に位置するＡＩパイプ１０、１２の内部に、それらＡＩパイプ１０、１２の内径と略同様な大きさの外径を有し、且つ金属パイプ（ＡＩパイプ１０、１２）よりも硬質の材料からなる厚肉円筒状裏当て治具１６を配置せしめ、かかる裏当て治具１６にて突合せ部１４を支持せしめた状態で、二つのＡＩパイプ１０、１２が周方向及び軸方向に相対的に移動することがないように、拘束し、保持せしめるのである。これによって、突き合わされたＡＩパイプ１０、１２の突合せ部１４には、それらの外径差に基づくところの段差部１８が、全周に亘って、周方向に連続して延びるように、形成されることとなる。

## 【0019】

また一方、接合工程に用いられる回転工具20としては、軸心回り〔図1(a)において矢印イにて示される方向〕に回転せしめられるロッド状本体21の先端部に、所定長さを有するピン22が同心的に設けられたものであって、且つ接合される金属パイプ(A1パイプ10、12)の材質よりも硬い材料にて形成された、従来と同様なものを使用される。

## 【0020】

そして、そのような回転工具20をピン22と一体的に高速回転させて、同軸的に突き合わされた厚肉A1パイプ10と薄肉A1パイプ12との突合せ部14に向かって、移動させることにより、かかる突合せ部14に、該回転工具20のピン22を押し付けて、回転工具20の肩部24が段差部18に当接するまで、該ピン22を突合せ部14に差し込むようにするのである。これにより、突合せ部14とピン22及び回転工具20の肩部24との接触面において摩擦熱を発生させて、その周囲を可塑化せしめると共に、ピン22の高速回転に伴う攪拌作用にて、突合せ部14を形成する厚肉A1パイプ10と薄肉A1パイプ12のそれぞれの端部部位の組織を入り交じり合わせ、更に、相対移動不能に拘束された二つのA1パイプ10、12を、それらの軸心回り〔図1(a)において矢印ロにて示される方向〕に一体的に回転せしめることにより、ピン22及び回転工具20を突合せ部14に沿って周方向に相対的に移動せしめて、二つのA1パイプ10、12を、その突合せ部14において、摩擦攪拌接合せしめ、目的とするパイプ接合体26を得るのである。

## 【0021】

なお、かくの如き接合工程において、回転工具20は、その肩部24が、薄肉A1パイプ12の外表面に対して、何等接触することがないように、回転工具20の傾斜角度が調整されつつ、突合せ部14に沿って、移動せしめられることが望ましく、これによって、薄肉A1パイプに、かかる薄肉A1パイプの外表面よりも径方向内方に凹陷するような窪みが形成されて、薄肉A1パイプ52が薄肉化されるようなことが極めて効果的に防止され得るのであり、以て、得られるパイプ接合体26により一層優れた接合強度が確保されることとなる。

## 【0022】

また、回転工具20のピン22を、厚肉A1パイプ10の突合せ端面と、薄肉A1パイプ12の外表面とで形成される角部に、斜めに差し込み、その傾斜を保持した状態において、周方向に亘って、摩擦攪拌接合を行なうことにより、可塑化された突合せ部14の肉部の逃げが回転工具20の肩部24にて抑制されるようになることから、接合部(攪拌接合部)28の外表面は、回転工具20の傾斜角度に応じた角度を有する、滑らかな傾斜面形態とされるのである。

## 【0023】

このように、摩擦攪拌接合が行なわれることにより、厚肉A1パイプ10と薄肉A1パイプ12との突合せ部14には、図1(b)に示されるように、それら二つのA1パイプ10、12に跨る接合部28が、全周に亘って、周方向に連続的に延びるように形成せしめられ、厚肉A1パイプ10と薄肉A1パイプ12とが接合されるのである。

## 【0024】

そして、このような摩擦攪拌接合を必要なだけ繰り返して、複数の金属パイプを軸方向に直列に接続することにより、目的とするパイプ接合体26が形成せしめられるのである。なお、本実施形態においては、厚肉A1パイプ10の図示しない端部に、上記した薄肉A1パイプ12と同様の薄肉A1パイプ12'が直列に突合せ接合されることにより、パイプ接合体26が形成せしめられている(図2参照)。

## 【0025】

このようにして接続されたパイプ接合体26にあっては、接合方式として、A1パイプ10とA1パイプ12とを何等溶融させることなく接合せしめる摩擦攪拌接合方式が採用されているところから、A1パイプ10、12を溶融溶接によって接合するような場合とは



異なり、パイプ接合体26の接合部28に、ブローホールや高温割れ等の溶融接合特有の接合不良部位が形成されるようなことが、効果的に回避され得るようになっているのであり、しかも、摩擦攪拌接合方式を採用することによって得られる優れた特徴、つまり、優れた接合品質と強度等が極めて有利に確保されているのである。

【0026】

そして、上述の如き接合工程の後、得られたパイプ接合体26を、常法に従って、流体圧成形することにより、目的とする成形管が形成されるのである。

【0027】

すなわち、先ず、接合工程において得られたパイプ接合体26が、上型30aと下型30bとから構成される流体圧成形用金型30の成形キャビティ32内にセットせしめられるのである〔図1(c)及び図2参照。かかる図1(c)は、図2における部分拡大説明図である。〕。

【0028】

より詳細には、パイプ接合体26の膨出し易い薄肉の部位が、下型30bの上面に設けられた、目的とする成形管の下半分の部位に対応した形状のキャビティ形成凹部の深さが深くなる部位、換言すればパイプ接合体26の拡管率が最も大きくなる部位（大拡開部位）に位置するように、パイプ接合体26をキャビティ形成凹部に配置せしめた後、目的とする成形管の上半分の部位に対応した形状のキャビティ形成凹部が下面に設けられた上型30aを、図示しない加圧装置によって下降せしめて、型締めすることにより、パイプ接合体26を、金型30にセットするのである。このように金型30にセットされたパイプ接合体26は、図1(c)におけるI-I断面説明図及びII-II断面説明図である、図3の(a)及び(b)に示されるように、略矩形断面形状を呈する成形キャビティ32の略中央部に配置されることとなる。

【0029】

また、パイプ接合体26が流体圧成形用金型30にセットされると、常法に従って、図2に示されるように、かかるパイプ接合体26の両側の端部に、押込みシリンダ34a、34bが挿入、配置されて、パイプ接合体26の内部が流体密に閉塞されると共に、押込みシリンダ34a、34bに、それぞれ設けられた流通路36a、36bを通じて、パイプ接合体26の内部に、防錆剤を添加した水、エマルジョン等の非圧縮性流体（加工液）38が充填、圧入されるのである。

【0030】

そして、パイプ接合体26の内部に充填された非圧縮性流体38に圧力を負荷乃至は付与せしめて、内圧（流体圧）を上げると共に、必要に応じて、かかるパイプ接合体26の両端部から押込みシリンダ34a、34bを押し込むことによって、管軸方向に圧縮力を加えて、パイプ接合体26を、金型30の成形キャビティ32内面に倣った所定の形状に膨出させ、目的とする形状の成形管40を得るのである（図1(d)、図4参照）。なお、ここにおいて、かかる押込みシリンダ34a、34bの押し込みは、パイプ接合体26の減肉や破断等を抑制するために行なわれるものであって、拡管率が小さく、減肉等が問題とならないような場合には、そのような押込みシリンダ34a、34bによる管軸方向への圧縮は何等行なわれる必要がないことは、言うまでもないところである。

【0031】

このようにして成形された成形管40は、全体として、角筒形状を呈しており、その矩形断面形状が、図4の(a)及び(b)に示されるように、管軸方向（長手方向）において変化する異形管とされているのである。

【0032】

而して、上述せる如き成形工程が行なわれると、得られた成形管40は、成形用金型30から離型されることとなるのであるが、この際、前記接合工程において、パイプ接合体26（A1パイプ10、12）の内部に配置せしめられた裏当て治具16も、かかる成形工程の後に、成形管40内から取り出されることとなる。パイプ接合体26が径方向外方に膨出することによって、裏当て治具16の取出し作業が極めて容易となるのである。

## 【0033】

かくして得られた流体圧成形管40は、必要に応じて、時効処理にて硬化せしめられたり等した後、自動車のアーム用部材、例えば、サスペンションアーム、エンジンマウントに用いられるアーム用部材等の足回り部品等として、有利に用いられることとなる。

## 【0034】

このように、本実施形態では、流体圧成形が施されるパイプ接合体26として、複数の金属パイプ(A1パイプ)を、同軸的に突き合わせた突合せ部14を、摩擦撓拌接合せしめて、一体化せしめてなるものを使用しているところから、そのようなパイプ接合体26の内部に非圧縮性流体38を充填して、流体圧成形を行なっても、かかるパイプ接合体26の接合部28を起点として、割れや破断が惹起されるようなことが極めて有利に阻止乃至は防止され得るのである。また、摩擦撓拌接合方式が採用されているところから、接合装置全体の大きさを比較的小さく為すことが出来ると共に、接合の前後で、金属パイプの長さが不定量に変化するようなことも殆どなく、良好なる寸法精度をもってパイプ接合体26を得ることが出来、以て、複雑な形状の成形管であっても、極めて効果的に成形せしめることが可能となっている。

## 【0035】

このため、従来の溶融溶接や摩擦圧接等の手法にて接合された金属パイプを流体圧成形して、所期の製品を製造する場合に比して、製品歩留りが向上し、優れた生産効率をもって、所望とする形状の成形管を有利に製造することが出来るのである。

## 【0036】

さらに、本実施形態では、拡管率の大きな大拡開部位に、パイプ接合体26の膨出し易い薄肉の部位(薄肉A1パイプ12部位)が、配置されているところから、流体圧成形の際に、より小さな内圧(流体圧)で成形が行なわれ得るようになっているのである。

## 【0037】

また、パイプの接合時に、硬質の裏当て治具16が用いられているところから、摩擦撓拌接合時における回転工具20の押圧力によって、A1パイプ10、12の端部が変形せしめられることも、有利に阻止乃至は抑制され得ていると共に、また、かかる裏当て治具16を、成形後の拡管された成形管40の内部から取り出すようにしているところから、接合後において、パイプ接合体26に強固に嵌合した裏当て治具16を取り出すような場合に比して、その取出し作業が極めて容易となっているのである。

## 【0038】

加えて、本実施形態では、A1パイプ10、12として、熱処理型合金からなるものが用いられ、流体圧成形の後に、時効処理を施すようにしているところから、時効処理によって硬化せしめられる前の比較的軟らかい状態において成形が施されることとなって、優れた成形性が実現され得ると共に、成形後の時効処理によって、成形管40の強度を有利に向上せしめることが出来るようになっているのである。

## 【0039】

以上、本発明の代表的な実施形態について詳述してきたが、それは、あくまでも例示に過ぎないものであって、本発明は、そのような実施形態に係る具体的な記述によって、何等限定的に解釈されるものではないことが、理解されるべきである。

## 【0040】

例えば、上例の実施形態においては、同一の熱処理型A1合金からなると共に、肉厚の異なるA1パイプ10、12、12'を接合することによって、管軸方向において膨らみ易さ(膨出のし易さ)が異なる、パイプ接合体26、所謂テーラードチューブが形成せしめられていたが、図5に示されるように、同一の内径及び外径を有する金属パイプ42、44同士を接合する場合にあっても、互いに材質の異なる金属パイプを選択すれば、上例と同様に、管軸方向において、膨らみ易さが異なる、パイプ接合体(テーラードチューブ)が得られるのであり、そのような材質の異なる金属パイプを用いて、流体圧成形管を得る手法も、本発明の範疇に属するものである。なお、そのような金属パイプの材質としては、前述せるように、アルミニウム若しくはアルミニウム合金からなるアルミニウム製パイ

ブヤ、銅若しくは銅合金からなる銅製パイプ、マグネシウム若しくはマグネシウム合金からなるマグネシウム製パイプ等の、摩擦撹拌接合方式を適用することが可能な、従来から公知の各種の材質のものが、何れも採用され得るのであり、目的とする成形管の形状や必要とされる剛性、強度等に応じて、突き合わされる金属パイプの材質が適宜に組み合わせられるのである。

【0041】

また、上例のように、突き合わされる金属パイプの肉厚が異なる場合にあっては、突き合わされる金属パイプの材質は、同一である必要は決してなく、互いに異なる材質のものであっても何等差支えないことは、勿論、言うまでもないところである。

【0042】

さらに、上例では、互いに肉厚が異なり、同一の内径を有している金属パイプ（10、12）が、それぞれの端面同士において、同軸的に突き合わされて、摩擦撹拌接合せしめられていたのであるが、図6に示されるように、互いに肉厚が異なり、同一の外径を有している金属パイプ46、48が、それぞれの端面同士において、同軸的に突き合わされて、摩擦撹拌接合せしめられるようにされても良い。尤も、このような金属パイプ46、48を接合するに際しては、一般に、それら金属パイプ46、48の内径差に応じた段付き部を有する、裏当て治具50が用いられることとなる。なお、図6に示される裏当て治具50にあっては、大径部側の端面に軸部材が一体的に取り付けられ、全体として、ピストン状を呈しており、摩擦撹拌接合後において、そのような裏当て治具50に一体的に設けられた軸部材を軸方向に引っ張れば、裏当て治具50をパイプ接合体の内部から容易に取り出すことが出来るようになっているのである。

【0043】

加えて、本発明においては、図7の（a）及び（b）に示されるように、突き合わされる金属パイプの一方の金属パイプ52、62が、他方の金属パイプ54、64よりも小さな内径と同一若しくは大きな外径とを有し、肉厚が大とされていると共に、かかる厚肉の金属パイプ52、62の端部外周部に段付き部56、66が形成され、かかる段付き部56、66の小径部からなる嵌合突起58、68に、他方の金属パイプ54、64が外嵌せしめられて、金属パイプが突き合わされる構成も、好適に採用され得るのである。このような構成を採用すれば、嵌合突起58、68の存在によって、回転工具の押圧力乃至は押付け力によって、金属パイプの端部が変形せしめられるようなことが有利に阻止乃至は抑制され得るのであり、従って、突合せ部に位置する金属パイプの内孔内に、上述せる如き裏当て治具を設置する手数が不要となるのである。

【0044】

また、上記した実施形態では、金型30における拡管率の大きな部位に、パイプ接合体26の膨出し易い薄肉の部位（薄肉A1パイプ12の部位）が配置されることにより、より小さな流体圧で成形が行なわれ得るようになっていたのであるが、金型30における拡管率の大きな部位に、パイプ接合体26の厚肉部位（厚肉A1パイプ10の部位）を位置せしめて、成形管の薄肉化を阻止乃至は抑止して、等厚の成形管を形成することも可能であり、目的とする成形管に応じて、種々の変更が加えられることとなる。

【0045】

さらに、上例の成形工程では、図4に示されるように、管軸方向において、異なる矩形断面形状を有する異形管が形成されるようになっていたが、成形管40の形状は、例示のものに限定されるものでは決してない。例えば、管軸方向において、断面形状が変化しないものであっても、或いは、管軸方向において、異なる断面形状を有するものであっても良い。なお、そのような断面形状としては、円形、楕円形、矩形、多角形等の各種の形状が挙げられるのである。

【0046】

その他、一々列挙はしないが、本発明が、当業者の知識に基づいて、種々なる変更、修正、改良等を加えた形態において実施され得るものであり、また、そのような実施形態が、本発明の趣旨を逸脱しない限り、何れも、本発明の範囲内に含まれるものであることは、

言うまでもないところである。

【0047】

【実施例】

以下に、本発明の代表的な実施例を示し、本発明を更に具体的に明らかにすることとするが、本発明が、そのような実施例の記載によって、何等の制約をも受けるものでないことは、言うまでもないところである。

【0048】

実施例 1

先ず、突き合わされる金属パイプとして、外径：32mm、内径：24mmの厚肉のA1パイプ（6N01-T1材）の1本と、外径：30mm、内径：24mmの薄肉のA1パイプ（6N01-T1材）の2本を、それぞれ準備した。

【0049】

次いで、それら準備された厚肉A1パイプと、薄肉A1パイプの1本とを、同軸的に突き合わせる一方、その突合せ部に位置するA1パイプの内部に、鋼鉄製の厚肉円筒状の裏当て治具を嵌合せしめて、かかる突合せ部を支持せしめると共に、それら2本のA1パイプが突合せ部において相対的に移動しないように拘束した状態で、先端にピンが設けられた回転工具を高速回転させつつ、かかる回転工具のピンを、ビード部が平滑になるように、突合せ面から薄肉A1パイプの方向に傾斜せしめた状態で、突合せ部に差し込んで、それら二つのA1パイプを、その軸心回りに一体的に回転せしめて、回転工具を該突合せ部に沿って、回転工具が進行方向において後傾するようにして、周方向に移動させることにより、それら厚肉A1パイプと、薄肉A1パイプの一つを摩擦撹拌接合した。また、同様に、厚肉A1パイプのもう一方の端部に、残りの薄肉A1パイプを同軸的に摩擦撹拌接合することにより、パイプ接合体を作製した。

【0050】

なお、かかる摩擦撹拌接合には、回転工具として、ピン直径：3mmφ、ピン高さ：2.7mmのピンが同心的に設けられた、回転工具肩径：12mmφであるものを用いると共に、回転数：1500rpm、及び、接合速度：500mm/分の条件を採用した。

【0051】

そして、そのような摩擦撹拌接合によって得られたパイプ接合体を、図2に示されるように、流体圧成形用金型の成形キャビティ内にセットし、かかるパイプ接合体の内圧が最大で1000気圧（ $1.01 \times 10^8$  Pa）となるように、常法に従って、ハイドロフォーム成形を施した。その後、得られた成形管の内部から裏当て治具を抜き出し、両側の端部をカッティングすると共に、185℃×8時間の条件にて、時効処理を施し、図8に示される如き外形形状を有する成形管を作製した。なお、かかる成形管の寸法は、以下の通りであった。

両端部の断面形状：外寸 39mm×39mm（但し、角部は5mmR）

厚さ 2.1mm

中央部の断面形状：外寸 25mm×42mm（但し、角部は5mmR）

厚さ 3mm

【0052】

また、上記のようにして作製された成形管には、割れや破断が、何等惹起されていないことを、確認した。

【0053】

実施例 2

また、突き合わされる金属パイプとして、外径：30mm、内径：24mmのA1パイプ（6061-T4材）の1本と、外径：30mm、内径：24mmのA1パイプ（6063-T1材）の1本を、それぞれ準備した。

【0054】

次いで、それら準備された材質の異なる2本のA1パイプを、実施例1と同様に、摩擦撹拌接合せしめて、パイプ接合体を得た。但し、かかる回転工具のピンは、軸心に対して垂直となるように、突合せ部に差し込まれると共に、該突合せ部に沿って、回転工具が進行方向において後傾するようにして、摩擦撹拌接合が行なわれた。

#### 【0055】

そして、かかる摩擦撹拌接合によって得られたパイプ接合体に対して、ハイドロフォーム成形を施し、異形管を得た。その後、得られた成形管の内部から裏当て治具を抜き出し、180℃×8時間の条件にて、時効処理を施した。このようにして作製された成形管は、その接合部に、割れや破断が何等惹起されていないものであった。

#### 【0056】

#### 【発明の効果】

以上の説明からも明らかなように、本発明に従う流体圧成形管の製造方法によれば、パイプ接合体を得るに際して、摩擦撹拌接合方式が採用されているところから、パイプ接合体の接合部に、ブローホールや高温割れ等の溶融接合特有の接合不良部位が形成されるようなことが効果的に阻止乃至は抑制され、以て、そのようなパイプ接合体に対して流体圧成形を行なっても、接合部を起点として、割れや破断が惹起されるようなことが有利に防止され得るのである。そして、それによって、目的とする成形管の歩留りが向上し、優れた生産効率をもって、製造することが出来るという特徴が発揮されるのである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明手法に従って、流体圧成形管を製造する工程の一例を示す断面説明図であって、(a)は、二つの金属パイプを突き合わせた状態の断面説明図であり、(b)は、摩擦撹拌接合によって得られたパイプ接合体の断面説明図であり、(c)は、パイプ接合体を流体圧成形用金型にセットした状態を示す断面説明図であり、(d)は、流体圧成形によってパイプ接合体が膨らんだ状態を示す断面説明図である。

【図2】パイプ接合体を流体圧成形用金型にセットした状態を示す断面説明図であり、図1(c)において、その部分拡大説明図が示されている。

【図3】パイプ接合体を流体圧成形用金型にセットした状態を示す説明図であって、(a)は、図1(c)におけるI-I断面説明図、(b)は、図1(c)におけるII-II断面説明図である。

#### 【図4】

流体圧成形によってパイプ接合体が膨らんだ状態を示す説明図であって、(a)は、図1(d)におけるIII-III断面説明図、(b)は、図1(c)におけるIV-IV断面説明図である。

【図5】本発明手法に従って、金属パイプを接合する工程の別の一例を示す説明図であって、互いに材質の異なる二つの金属パイプを突き合わせた状態を示す断面説明図である。

【図6】本発明手法に従って、金属パイプを接合する工程の他の一例を示す説明図であって、互いに肉厚の異なる二つの金属パイプを突き合わせた状態を示す断面説明図である。

【図7】本発明手法に従って、金属パイプを接合する工程の更に別の例を示す説明図であって、(a)は、互いに同一の外径を有し、且つ肉厚の異なる二つの金属パイプを突き合わせた状態を示す断面説明図であり、(b)は、互いに外径と肉厚の異なる二つの金属パイプを突き合わせた状態を示す断面説明図である。

【図8】実施例において作製された成形管の外径形状を示す斜視説明図である。

#### 【符号の説明】

10	厚肉A1パイプ	12	薄肉A1パイプ
14	突合せ部	16, 50	裏当て治具
18	段差部	20	回転工具
22	ピン	24	肩部
26	パイプ接合体	28	接合部
30	流体圧成形用金型	30a	上型
30b	下型	32	成形キャビティ

34a, 34b 押込みシリンダ

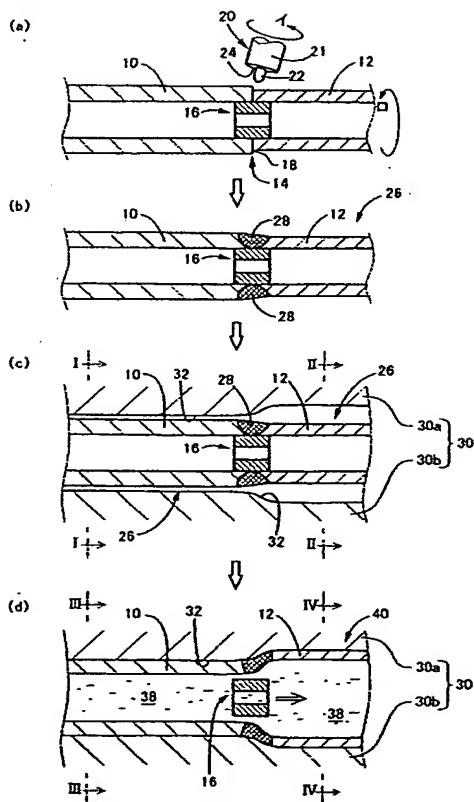
36a, 36b 流通路 38 非圧縮性流体

40 成形管

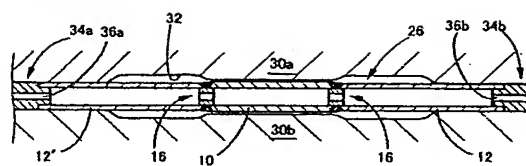
42, 44, 46, 48, 52, 54, 62, 64 金属パイプ

58, 68 嵌合突起

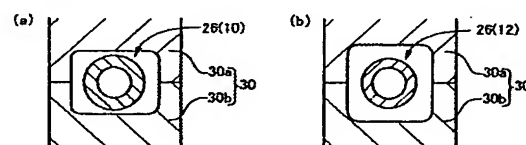
【図1】



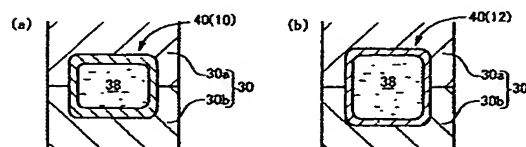
【図2】



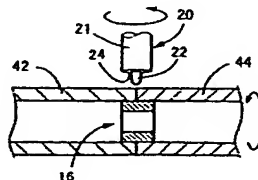
【図3】



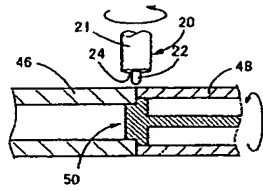
【図4】



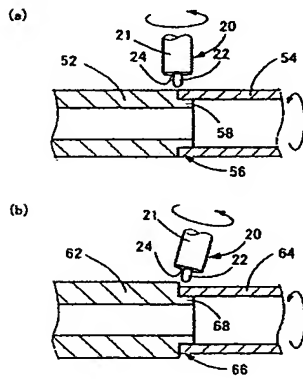
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**